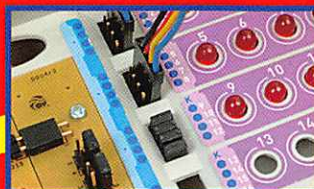
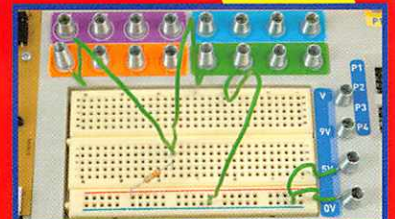
...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

6,90 €

62

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41062

Peruzzo & C.

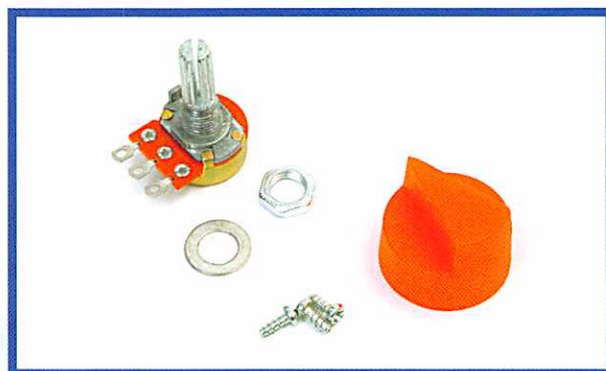
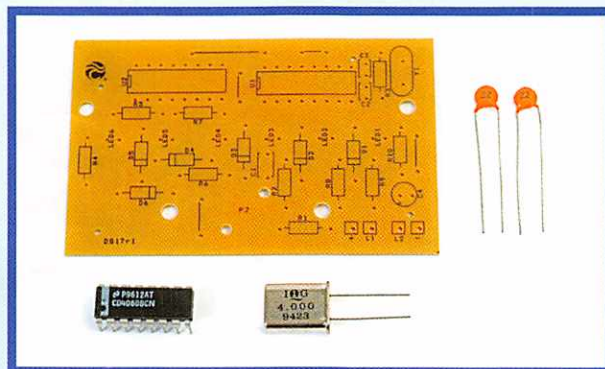
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE" si compone di 70 fascicoli settimanali da suddividere in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Potenziometro con alberino metallico da 2K5 con bullone e rondella
1 Manopola per potenziometro
3 Viti

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Scheda DG17r1
1 Quarzo da 4 MHz
1 Circuito integrato 4060
2 Condensatori da 22 pF ceramici

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

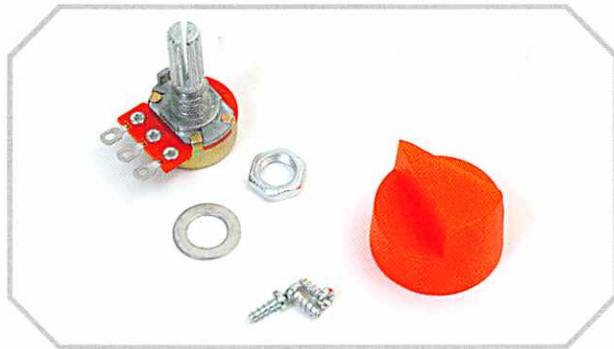
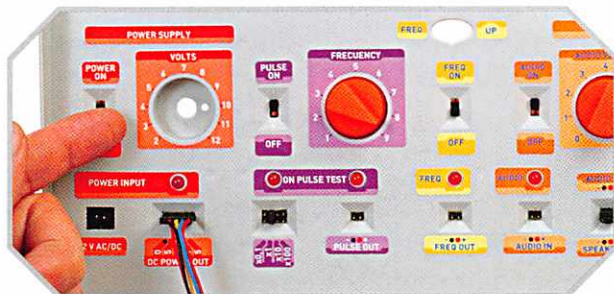
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede. **Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail:** elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Alimentazione variabile (II)

Componenti allegati a questo fascicolo.

Zona del potenziometro VOLTS.

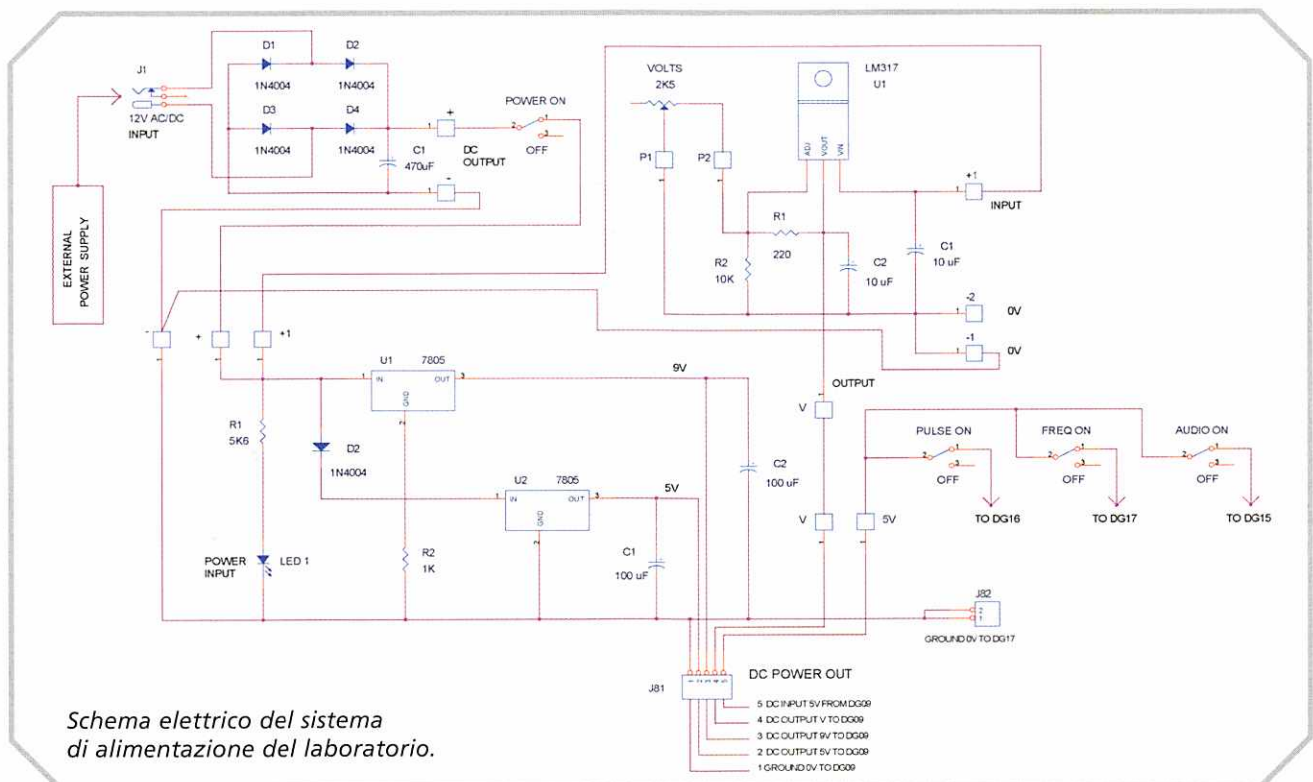
Con questo fascicolo viene fornito il potenziometro che si utilizzerà per regolare la tensione di uscita sul terminale delle molle V e le viti per fissare il circuito stampato DG20.

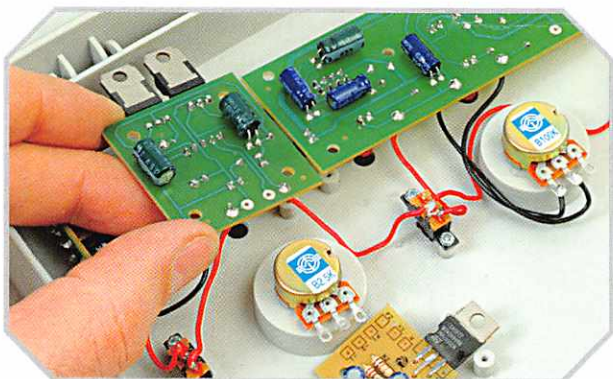
Il circuito

Osservando lo schema, possiamo vedere in modo completo il sistema di alimentazione del laboratorio, riassumendo, esso può fornire la tensione fissa da 5 e 9 V (che può arrivare a 10 V) e quella variabile fra 2 e 12 Volt.

Per poter utilizzare l'alimentazione regolata – la cui uscita si può impostare a piacere – è necessario aver terminato il montaggio preventivamente, utilizzando il potenziometro che ci è stato fornito.

Montaggio del potenziometro

Il potenziometro da 2K5 si monta come i precedenti, facendo passare il suo alberino attra-

Schema elettrico del sistema di alimentazione del laboratorio.

Montaggio del potenziometro.

Bisogna togliere le schede DG18 e DG19.

verso il foro e inserendo il perno che ne impedisce la rotazione nel foro corrispondente, avendo cura di incastrarlo bene. Monteremo quindi la rondella e la vite di fissaggio, chiudendola con una chiave adatta, senza esercitare uno sforzo eccessivo.

Preparazione

Prima di avvitare la scheda DG20 nella sua posizione definitiva, dobbiamo eseguire i collegamenti fra questa e la DG18 e i collegamenti che vanno al potenziometro.

Questo lavoro si può eseguire con una certa comodità, se si estraggono le schede DG18 e DG16, a questo scopo dovremo togliere le viti che fissano entrambe le schede.

Collegamenti degli ingressi e delle uscite

I collegamenti di ingresso dell'alimentazione non regolata a questa scheda, si eseguono fra il terminale con riferimento +1 di questa scheda e il terminale con lo stesso riferimento della scheda DG18. Il collegamento di uscita della tensione regolata, si esegue fra il terminale V di entrambe le schede.

Questi due collegamenti si eseguono con due pezzi di filo di colore rosso, lunghi circa 8,5 cm.

Collegamenti dell'ingresso e dell'uscita fra +1 e V delle schede DG18 e DG20.

Collegamento del negativo.

Immagine con DG18 e DG16 nella loro posizione, e DG20 con le due viti inserite.

Collegamento del negativo

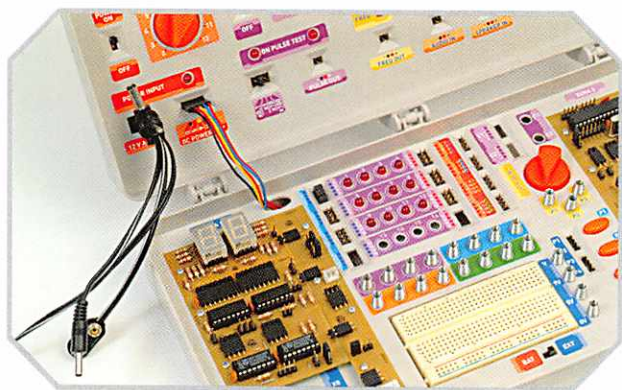
Il collegamento del negativo si esegue fra il terminale 1 – della scheda DG20 – e il terminale della scheda DG18, ma dato che questo terminale è già occupato da un altro collegamento, lo salderemo direttamente alla piazzola di saldatura. Utilizzeremo un filo di colore nero di circa 7 cm.

Collegamento del potenziometro

Il potenziometro si collega con soli due fili ed è necessario utilizzare i terminali che vediamo nelle fotografie, lasciando l'altro libero. Il collegamento si esegue sui terminali siglati come P1 e P2, utilizzando un filo nero lungo circa 4 cm.

Manopola del potenziometro

La manopola del potenziometro si monta come le precedenti, prima si ruota il potenziometro in senso completamente antiorario, poi si inserisce leggermente la manopola, provando la corsa della rotazione fino all'altro estremo. Generalmente la corsa è leggermente sovrabbondante, e deve essere ripartita fra entrambi i lati. Solamente quando saremo sicuri, e dopo aver verificato diverse volte la corsa, potremo far pressione sulla manopola per inserirla in modo definitivo sostenendo con l'altra mano il corpo del potenziometro,

Comando del potenziometro.

Alimentazione esterna.

Misura della tensione di uscita.

in quanto non è possibile far pressione direttamente contro il laboratorio.

Montaggio

Avvitiamo nuovamente le schede DG18 e DG16 nei loro rispettivi alloggiamenti, dopodiché fisseremo con due viti la scheda DG20. La terza vite si utilizza per fissare la scheda DG06, che contiene il PIC, e alla quale mancava una vite.

Prova

Per fare in modo che sul laboratorio si possano ottenere i 12 Volt è necessario che la tensione applicata all'ingresso arrivi a 14 Volt. Normalmente quando si collega un alimentatore non stabilizzato da 12 Volt, si raggiunge questo livello di tensione, dato che se il carico è piccolo, come succede con quasi tutti gli esperimenti, la sua tensione di uscita sale. Se si applicano tensioni inferiori non si raggiungono i 12 Volt, però anche in questo caso il regolatore funzionerà bene a partire dal minimo, fino a un valore di 1,5 Volt inferiore alla tensione di ingresso e anche se si continuerà a ruotare il comando della tensione, quest'ultimo non salirà più. È necessario ricordare che il consumo massimo di ogni uscita non deve superare 100 mA.

La tensione di uscita si misura con un voltmetro collegato sui terminali 0V e V posizionati vicino alla scheda Bread Board.

La tensione regolabile fra 2 e 12 Volt, la si può ottenere solamente con un alimentatore esterno, quindi il comando dovrà essere posizionato su EXT e il commutatore POWER su ON.

Vista generale del laboratorio.

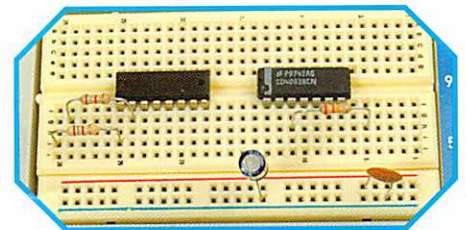
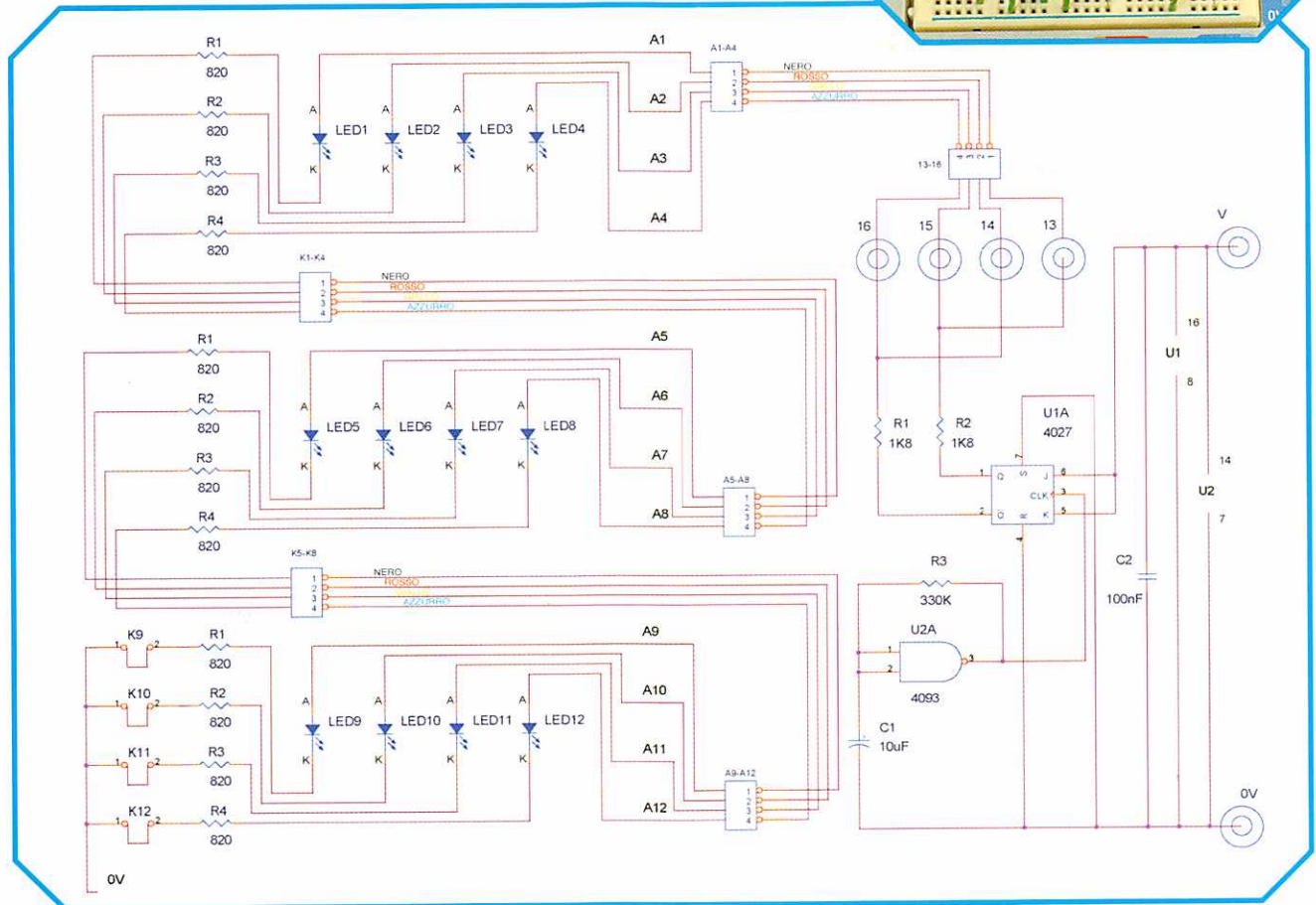
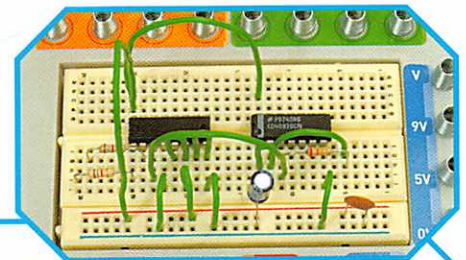
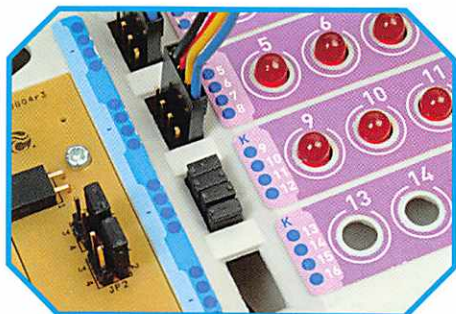
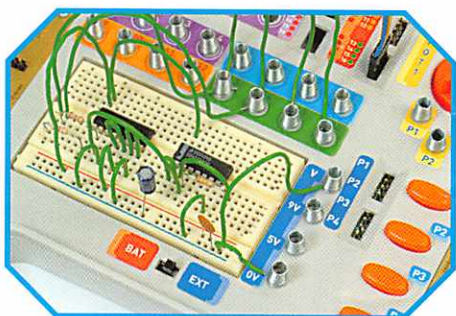
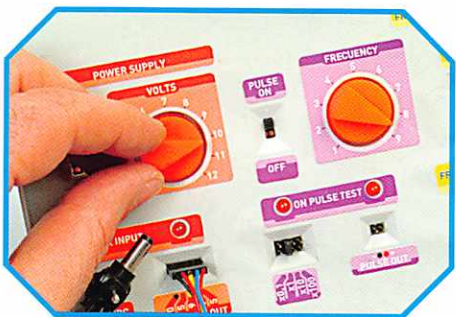
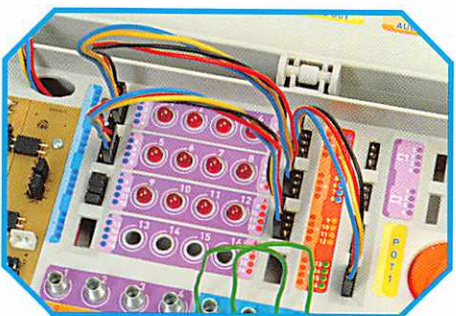
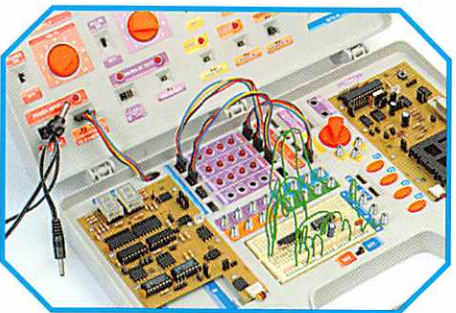
Controllo di LED in serie

La medesima corrente si può utilizzare per illuminare parecchi LED collegati in serie.

Il circuito

Questo circuito utilizza uno dei vantaggi dei LED, la stessa corrente può attraversare diversi LED ottenendo quindi una illuminazione maggiore, senza la necessità di dover far erogare al dispositivo che li controlla, una maggiore corrente. La condizione necessaria è disporre di un livello di tensione sufficiente per compensare la caduta di tensione dei LED.

Il circuito è già noto, si tratta di un oscillatore astabile costruito con una porta del 4093 e un bistabile tipo T di un circuito integrato 4027.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio della scheda.

Schema elettrico.

Ponticelli sui catodi della terza fila di LED.

Alimentazione positiva presa dalla molla V.

Potenziometro che controlla la tensione su V.

Collegamento dei LED.

Vista dell'esperimento completato.

Montaggio

Data la sua semplicità non sarà necessario spiegare il montaggio dei componenti sulla scheda. Il collegamento dei LED in serie si realizza facilmente, utilizzando un cavetto a 4 conduttori collegato fra gli anodi della fila 3 della matrice dei LED e i catodi della fila 2, tenendo presente che sono i terminali più vicini ai LED. Collegheremo allo stesso modo anche gli anodi della fila 2 con i catodi della fila 1 e infine, con un cavetto a quattro fili collegheremo gli anodi della prima fila dei LED con i connettori delle molle dalla 1 alla 16. Dobbiamo inserire i quattro ponticelli sui catodi delle terza fila di LED e i terminali negativi, che si trovano sullo stesso connettore.

Prova

Dopo aver verificato tutto il lavoro eseguito, si collega il positivo dell'alimentazione della scheda Bread Board al terminale V, e da qui a un alimentatore esterno che possa fornire da 12 a 14 Volt di corrente continua e posizioneremo il contatore POWER su ON, lasciando il resto dei commutatori del pannello superiore su OFF. Il commutatore dell'alimentazione si passa su EXT; in questo esperimento non si utilizzano le batterie, quindi non è necessario che siano inserite.

All'inizio il comando VOLTS deve essere al minimo, lo ruoteremo poi in modo da far aumentare la tensione. Anche se i circuiti CMOS possono entrare in funzione a partire da 4 Volt, i LED non si illuminano fino a quando non viene superata la caduta di tensione sui medesimi, e questo succederà a partire da circa 10 Volt. Si accenderanno alternativamente le file 1 e 3 oppure 2 e 4.

La frequenza di oscillazione varia cambiando il valore della resistenza R3 o del condensatore C1.

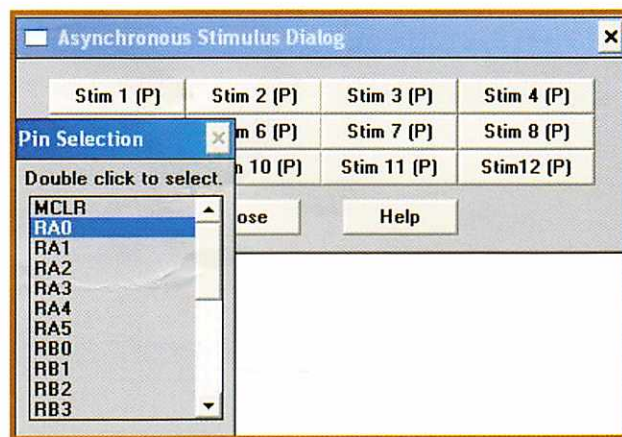
LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4027
U2	Circuito integrato 4093
R1, R2	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
R3	Resistenza 330 K (arancio, arancio, giallo)
C1	Condensatore 10 µF, elettrolitico
C2	Condensatore 100 nF

Esercizio: "Il vostro turno", simulazione e montaggio

Continueremo il progetto della macchina de "Il Vostro Turno", simulando il programma ed eseguendo il montaggio elettrico.
Prevederemo due soluzioni di montaggio, una collegando direttamente l'uscita al display e l'altra utilizzando i driver di quest'ultimo.

Simulazione

Facciamo partire MPLAB per verificare che il programma funzioni secondo le nostre aspettative. Dobbiamo simulare il nostro codice, e se otterremo risultati positivi, realizzeremo l'implementazione fisica dell'applicazione. Con il progetto aperto, attiveremo la finestra dei Registri delle Funzioni Speciali, una finestra con i registri PORTA, PORTB, Contatore e "w" e il Simulatore di Stimoli Asincroni, assegnando il pin RA0 al primo pulsante. Se inizieremo a simulare passo a passo premendo F7, il programma verrà eseguito correttamente. Prima di leggere l'ingresso ha letto la memoria EEPROM, e presentato sul display il digit "0", dato che sulla porta di uscita è stata portata la conversione in codice a sette segmenti di questa cifra: "00111111". Il programma si ferma nell'attesa che venga attivato il pulsante collegato a RA0. Simuleremo l'impulso assegnando al pulsante RA0 del simulatore di stimoli l'opzione "Toggle" e cliccheremo su di esso. L'ingresso si attiva e il programma salta alla routine di ritardo. Per uscire da questa routine dovremo utilizzare la finestra "Modify", scrivendo nel registro INTCON il valore "00000100", che corrisponde a "04" in codice esadecimale. In questo modo attiviamo unicamente il bit TOIF. Il simulatore uscirà dalla subroutine per tornare al programma principale e si fermerà nell'attesa che l'ingresso torni a zero per poter considerare valido l'impulso. Clicceremo nuovamente con il mouse sul pulsante RA0 nella finestra del simulatore di stimoli "Toggle", e dato che questo

Dobbiamo lavorare con il simulatore di stimoli asincroni.

pulsante è configurato come "Toggle" (cambia di stato a ogni impulso), l'ingresso passa a livello basso "0".

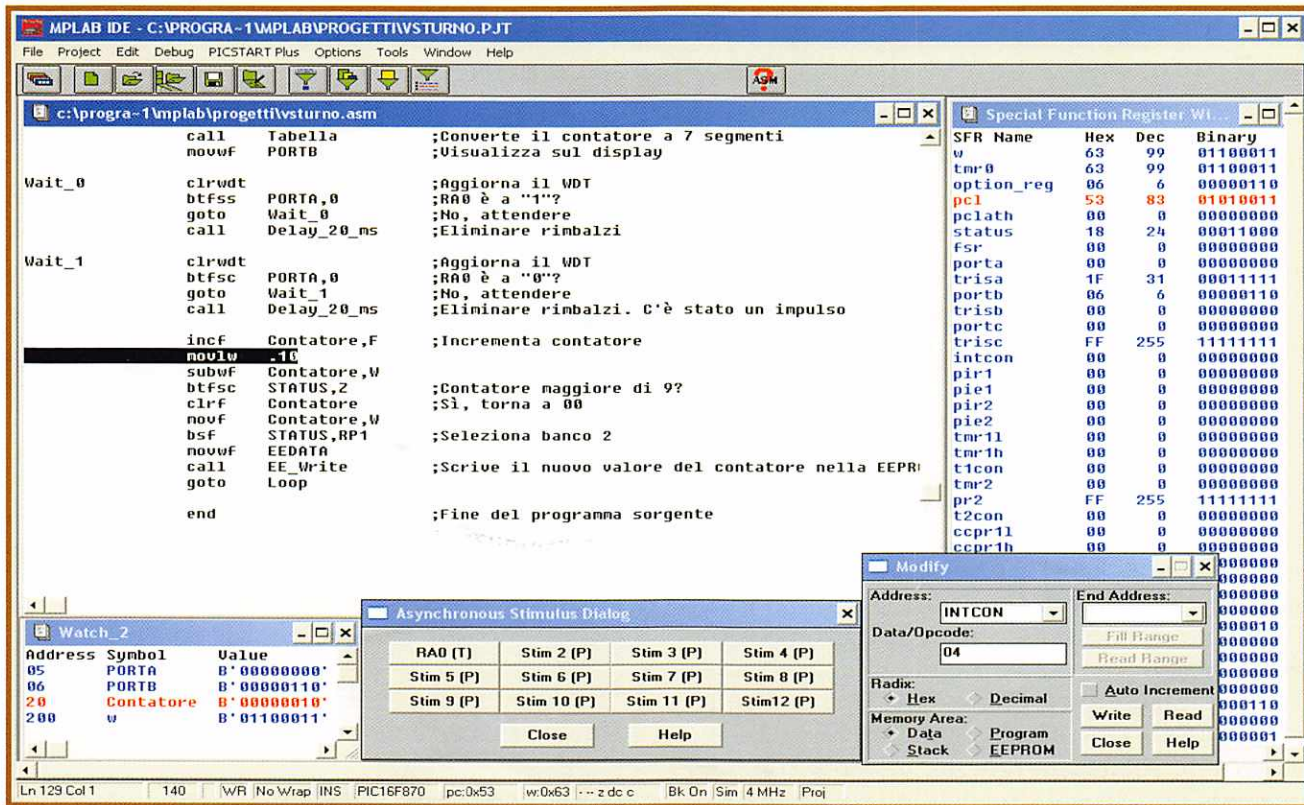
Fatto questo il simulatore entra nuovamente nella routine di ritardo, dalla quale potremo uscire ripetendo i passi indicati in precedenza.

All'uscita dalla subroutine, dato che è stato fornito un impulso, dovremo vedere il contatore che si incrementa. Se continuiamo nell'esecuzione vedremo che il contatore cresce di una unità, il valore viene verificato per controllare se è maggiore di 9 e viene scritto nella memoria EEPROM facendo accesso alla subroutine di scrittura.

Il programma salterà all'inizio del ciclo, dove convertirà il valore del contatore in codice a 7 segmenti, lo scriverà sulla porta di uscita e si fermerà nell'attesa di un nuovo impulso.

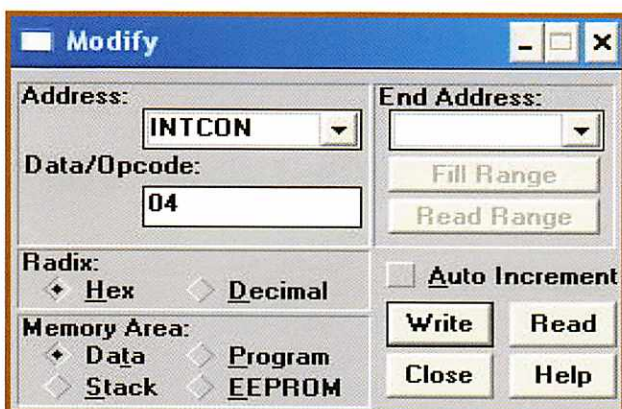
Possiamo continuare la simulazione fino a

Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on: POR, BOR	Value on: all other RESET
0Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u

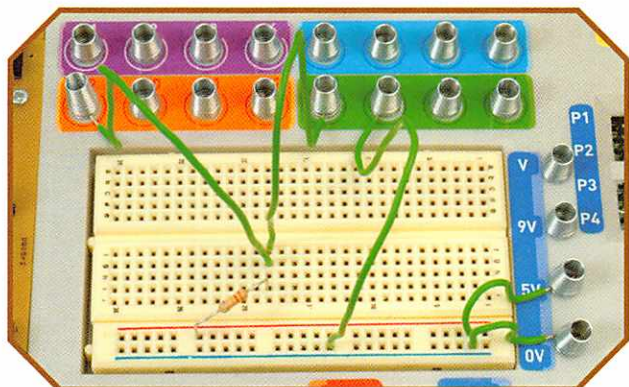
Registro INTCON che dobbiamo modificare durante la simulazione.

Aspetto di MPLAB durante la simulazione.

quando il contatore arriva a 9, per vedere come risponde il programma la volta successiva, ma a questo punto abbiamo già potuto verificare che il programma in simulazione funziona perfettamente.

Preparazione del laboratorio

Bisogna scrivere il programma sul microcontroller. Configurate il laboratorio per la scrittura tenendo i ponticelli nelle posizioni adeguate e tramite IC-Prog cancellate il contenuto del PIC e caricate il programma, configurando l'oscillatore, la protezione del codice e i bit della parola di configurazione. Eseguite la scrittura e in seguito verificate che l'operazione sia stata realizzata correttamente. Infine, configurate nuovamente il laboratorio per lavorare in modo normale e poter montare il circuito elettrico di prova dell'applicazione.

Nella finestra Modify cambieremo il valore del bit TOIF.

Montaggio dell'ingresso

Lavoreremo solamente con un ingresso, RA0, a cui verrà collegato un pulsante. A questo scopo, sulla scheda Bread Board eseguiremo un montaggio tipico per il lavoro con un pulsante: una resistenza che da un lato va al positivo e dall'altro alla molla di interconnessione 9 (arancio); fra questa molla e 0 V dobbiamo collegare il nostro pulsante in modo che quando lo attiveremo al pin di ingresso arrivi un livello basso di tensione (0 V). Utilizziamo le molle di collegamento 13 e 14 (verdi) per inserire il pulsante.

Montaggio dell'ingresso sulla scheda Bread Board.

Completiamo il montaggio dell'ingresso.

Mediante due fili collegheremo sia il pin di ingresso con la molla 9 che il pulsante con le molle 13 e 14, come possiamo vedere nella figura.

Montaggio delle uscite direttamente al display

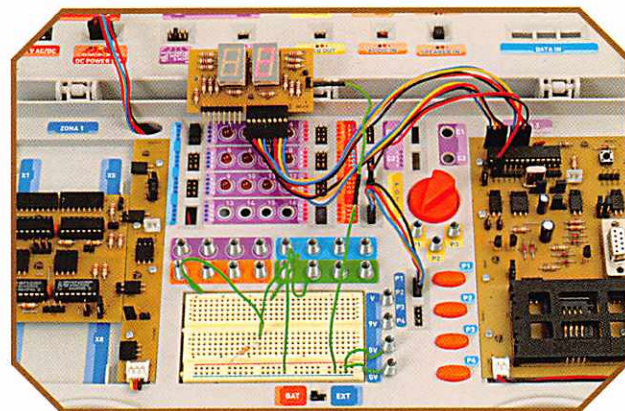
Dato che il nostro programma esegue una conversione fornendo sull'uscita il codice a 7 segmenti, possiamo collegare direttamente la scheda del display DG01 alla porta B di uscita. Togliamo la scheda DG01 svitandola e avvicinandola alla porta B di uscita per poterla collegare direttamente con il cavetto. Uniremo la porta di uscita a uno dei display usando due cavetti. Non dimentichiamo di unire i negativi dei due circuiti, quello della scheda display con quello del laboratorio. Utilizzeremo un filo che unisca il pin 1 del connettore J13 al segnale 0 V.

Se alimentiamo il circuito inizialmente verrà visualizzato il valore "0" sul display. Premendo il pulsante P1 si incrementerà il contatore e si visualizzerà "1" sul display, e così via. Se ad un certo punto togliamo l'alimentazione, quando la ridaremo sul display apparirà la cifra che era presente prima di togliere l'alimentazione.

Montaggio delle uscite utilizzando i driver del display

Nel laboratorio la scheda DG02 contiene i driver del display a 7 segmenti. I driver convertono un segnale binario nel codice del display. Il nostro programma fornisce sulla porta di uscita il segnale in codice a 7 segmenti, ma con una piccola modifica può fornire l'uscita in binario, così da poter utilizzare la scheda DG02.

Se sulla linea di codice alla chiamata della subroutine di conversione aggiungiamo un

Collegamento diretto della porta di uscita al display.

Prova di funzionamento.

```
i_1         bsf     STATUS,RP1      ;Seleziona banco 2
            movf    EEDATA,W
            bcf     STATUS,RP1      ;Seleziona banco 0
            movwf   Contatore       ;Inizializza il contatore

Loop        movf    Contatore,W
;           call    Tabella         ;Converte il contatore a 7 segmenti
            movwf   PORTB           ;Visualizza sul display

Wait_0      clrwdt                  ;Aggiorna il WDT
            btfss   PORTA,0         ;RA0 è a "1"?
            goto    Wait_0          ;No, attendere
            call    Delay_20_ms     ;Eliminare rimbalzi
```

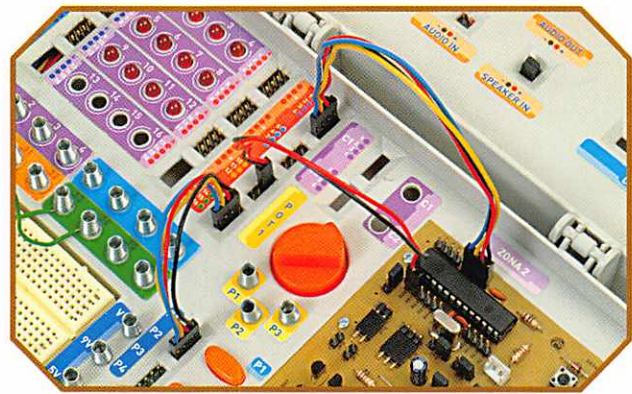
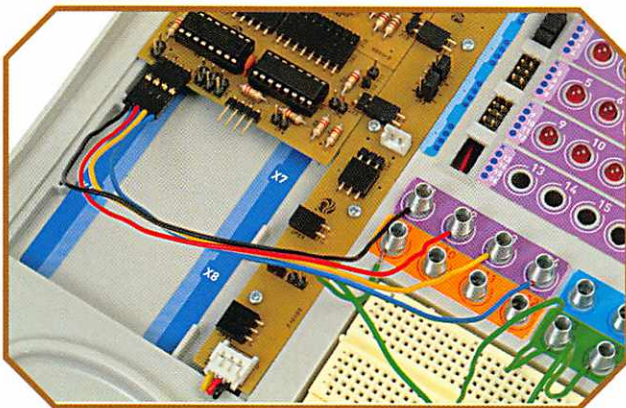
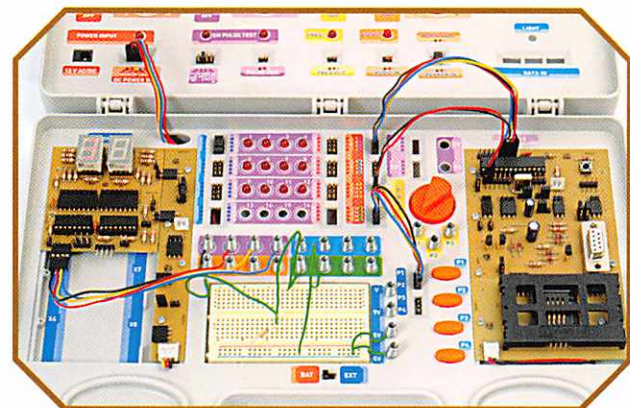
Modifica nel programma per fornire l'uscita nel formato binario.

";", come è stato spiegato quando progettavamo il codice, il segnale di uscita verrà fornito in formato binario. Dobbiamo compilare nuovamente il codice, simularlo e scriverlo sul PIC per eseguire il montaggio che vi spiegheremo di seguito.

Con la scheda DG01 nella sua posizione originale, portiamo i segnali della porta di uscita alle molle di interconnessione dalla 1 alla 4 (violetto), collegando con un cavetto la porta con il connettore corrispondente. Sono sufficienti i quattro bit meno significativi della porta di uscita, dato che in formato binario il conteggio da 0 a 9 si realizza con soli 4 bit.

Collegheremo le molle al connettore J24, che corrisponde all'ingresso del driver del display di sinistra. Utilizzeremo questo display perché il suo driver non ha gli ingressi con le resistenze, presenti invece sul driver corrispondente al display di destra.

È importante non incrociare i fili e mantenere la corrispondenza fra i segnali di uscita del PIC e i segnali di ingresso ai driver. Fare particolare attenzione a non incrociare i collegamenti finali e intermedi, dato che potrebbero provocare un errore di funzionamento.

Collegare l'alimentazione e controllare che il risultato fornito da questo circuito sia soddisfacente come quello del montaggio precedente.

Colleghiamo le uscite alle molle di interconnessione.

Uniamo le molle agli ingressi dei driver.

Aspetto generale del laboratorio durante la prova del circuito.

Display LCD

Affrontiamo ora un altro degli elementi che faranno parte del laboratorio, il display LCD. In molti progetti basati sul microcontroller, si deve interagire con l'utente e l'impiego di un LCD è la soluzione più utilizzata.
Studieremo la gestione di questi display e faremo pratica con alcuni esempi.

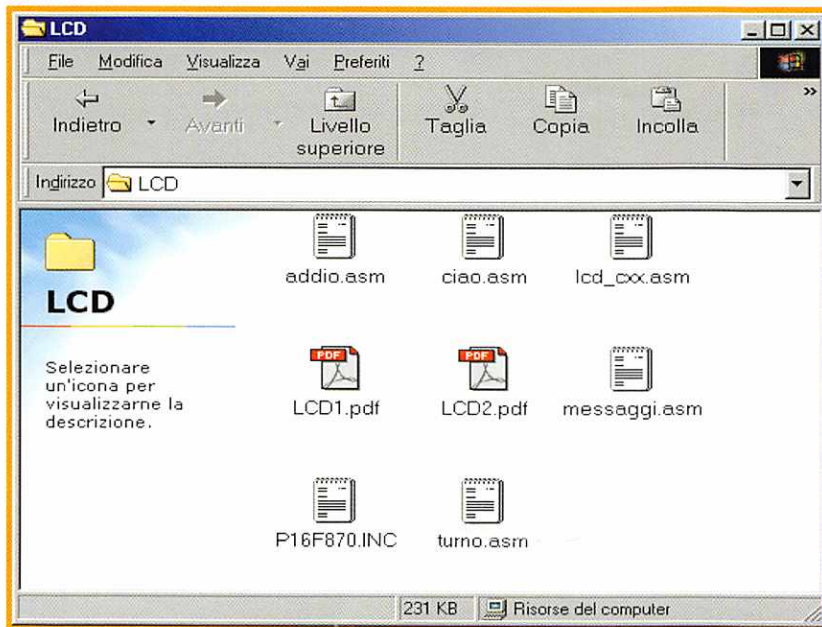
Caratteristiche generali

I display o moduli visualizzatori LCD sono composti da un video con cristalli liquidi LCD che ha una matrice di 16, 32 o 40 caratteri da 5 x 8 pixel e un microcontroller che li gestisce. Possiamo quindi dire che questa periferica è "intelligente", dato che possiede un proprio microcontroller di governo e gestione. Oltre ai dati da visualizzare potremo fornire all'LCD ordini che saranno interpretati e che genereranno azioni conseguenti. Nella figura possiamo vedere i due lati di un display LCD. Sul lato posteriore distinguiamo la circuiteria elettronica in tecnologia SMD propria del display, notiamo inoltre il microprocessore protetto da una resina nera.

Le caratteristiche generali di un modulo LCD sono:
- Display con caratteri ASCII, oltre ai caratteri (ideogrammi) Kanji e a quelli greci.
- Spostamento dei caratteri verso sinistra o verso destra.
- Fornisce l'indirizzo della posizione assoluta o relativa del carattere.
- Memoria di un numero determinato di caratteri per linea di display.
- Movimento del cursore e modifiche dell'aspetto.

Aspetto di un display LCD da entrambi i lati.

LOWER 4 BITS \ UPPER 4 BITS	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)		0	@	P	`	p		ー	タ	ミ	α	p
0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	ム	ä	q
0010	(3)	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	メ	β	θ
0011	(4)	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	モ	ε	∞
0100	(5)	$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
0101	(6)	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	ユ	σ	ü
0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
0111	(8)	'	7	G	W	g	w	ァ	キ	ヌ	ラ	g	π
1000	(1)	(	8	H	X	h	x	ィ	ク	ネ	リ	√	x̄
1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ゥ	ケ	ノ	ル	⁻¹	y
1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	ェ	コ	ハ	レ	j	千
1011	(4)	+	;	K	[	k	{	ォ	サ	ヒ	ロ	ˣ	万
1100	(5)	,	<	L	¥	l	|	ャ	シ	フ	ワ	¢	円
1101	(6)	-	=	M	]	m	}	ュ	ス	ヘ	ン	£	÷
1110	(7)	.	>	N	^	n	→	ョ	セ	ホ	゛	ñ	
1111	(8)	/	?	O	_	o	←	ッ	ソ	マ	゜	ö	█

Caratteri che si possono visualizzare sull'LDC.

Documentazione sul display LCD.

- Collegamento a un processore utilizzando un'interfaccia a 8 bit.

Il display LCD che utilizzeremo nel laboratorio è della HANTRONIX e ha 8x2 caratteri, cioè due linee da otto caratteri ognuna. Dalla pagina Web del costruttore potremo scaricare tutte le informazioni che fanno riferimento al nostro display. Il display è il modello HDM08216H-3 della ditta HANTRONIX.

Nel secondo CD potrete trovare dei file in formato ".pdf" che contengono le caratteristiche del nostro display LCD di HANTRONIX.

Si tratta di una documentazione che ci sarà utile soprattutto dopo aver imparato a lavorare con il display LCD.

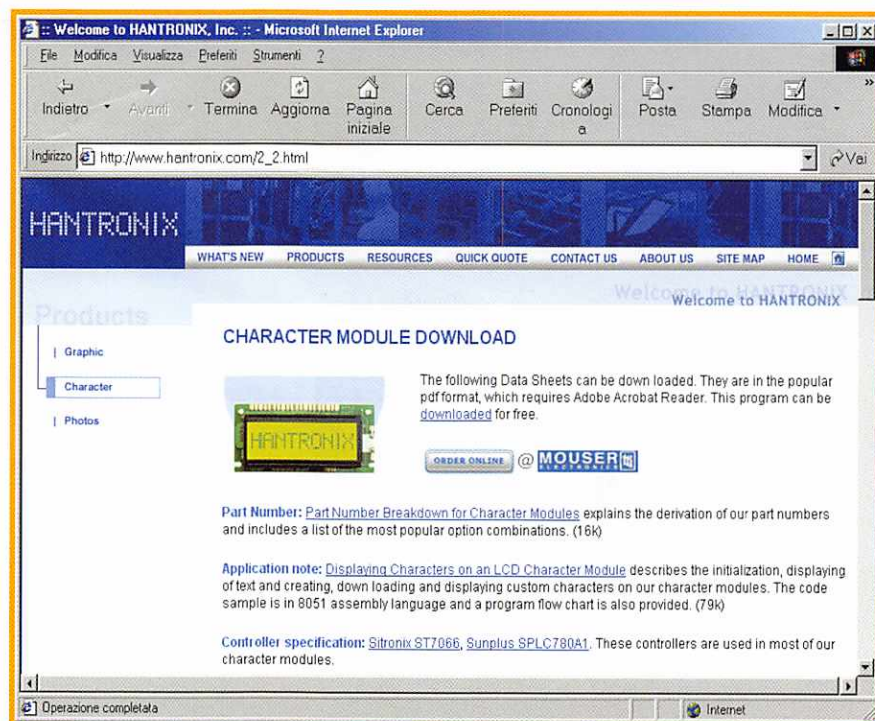
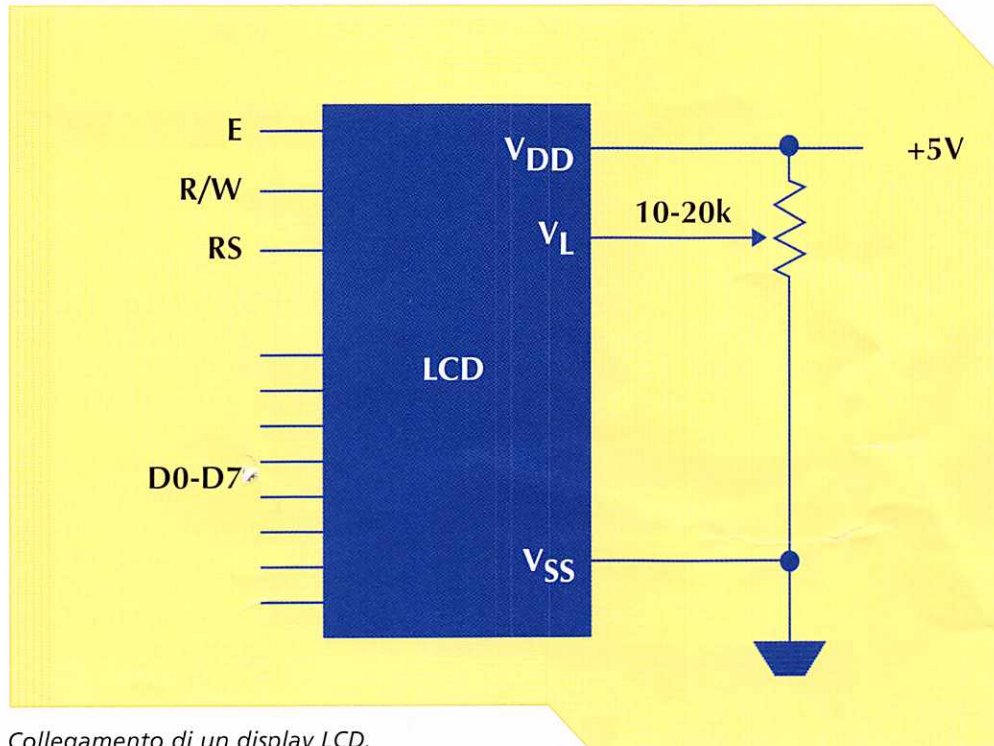
Adattamento del display LCD

Il display a matrice di cristalli liquidi di HANTRONIX dispone di uno spazio per 16 caratteri, ognuno di essi è composto da 5x8 pixel e il cursore, distribuiti su due file da otto caratteri ognuna. Si può collegare direttamente a un microprocessore o a un microcontroller mediante un bus da 8 bit.

Il consumo del display è molto contenuto dato che il consumo massimo è inferiore a 7,5 mW. Questo, unito alla semplicità della gestione, lo rende idoneo per essere utilizzato in applicazioni che richiedono una capacità di visualizzazione medio-piccola.

Il modulo LCD ha 14 terminali, la cui descrizione è riportata nella tabella della pagina successiva.

L'alimentazione è di +5 V e la regolazione del contrasto si ottiene mediante un partitore sulla tensione di alimentazione + 5 V utilizzando un potenziometro da 10 KΩ.

Se separiamo le linee che si utilizzano per l'alimentazione e il contrasto, ci rimangono 11 linee di ingressi/uscite. Di queste, 3 linee so-

Pagina Web del costruttore.

Collegamento di un display LCD.

no di controllo (RS, R/W ed E), mentre le rimanenti sono linee di dati.

Le linee di dati passano in stato di alta impedenza quando il display LCD non è attivato, cioè vanno in tristate.

N.	Simbolo	Descrizione
1	VSS	Massa
2	VDD	+ 5 V
3	VO	Regolazione del contrasto
4	RS	Selezione modo
5	R/W	Lettura/Scrittura
6	E	Segnale di abilitazione
7	DB0	Linea dei dati 1
8	DB1	Linea dei dati 2
9	DB2	Linea dei dati 3
10	DB3	Linea dei dati 4
11	DB4	Linea dei dati 5
12	DB5	Linea dei dati 6
13	DB6	Linea dei dati 7

Terminali di collegamento del modulo LCD.

Le linee di controllo dell'LCD

Come abbiamo detto esistono tre linee di controllo sul modulo LCD. La linea E (Enable), terminale 6, è la linea di abilitazione. Quando questa linea è a livello alto, abilitata, il display testa lo stato delle altre due linee e funzionerà di conseguenza. Se questa è disabilitata, non validata, ignorerà il resto delle linee.

La linea R/W terminale 5, indica se si devono leggere o scrivere dei dati sul display LCD. Nelle applicazioni in cui si utilizza il display esclusivamente come elemento di visualizzazione, questa linea si potrà collegare direttamente a massa (0 V) lasciando il display configurato permanentemente in modo scrittura.

Il terminale 4 o linea RS di selezione del modo, determina quando i dati che si inviano all'LCD devono essere gestiti come comandi o come caratteri.

Una sequenza di scrittura sul display si deve completare con i passaggi indicati qui di seguito:

1-. Linea RS a 0 o 1 in base al modo desiderato (comandi o caratteri).
2-. Linea R/W a 0 (scrittura).
3-. Linea E a 1 (abilitato).

Linea	0 - Disattivato	1 – Attivato
E	Disabilitato	Abilitato
R/W	Scrittura	Lettura
RS	Comando	Caratteri

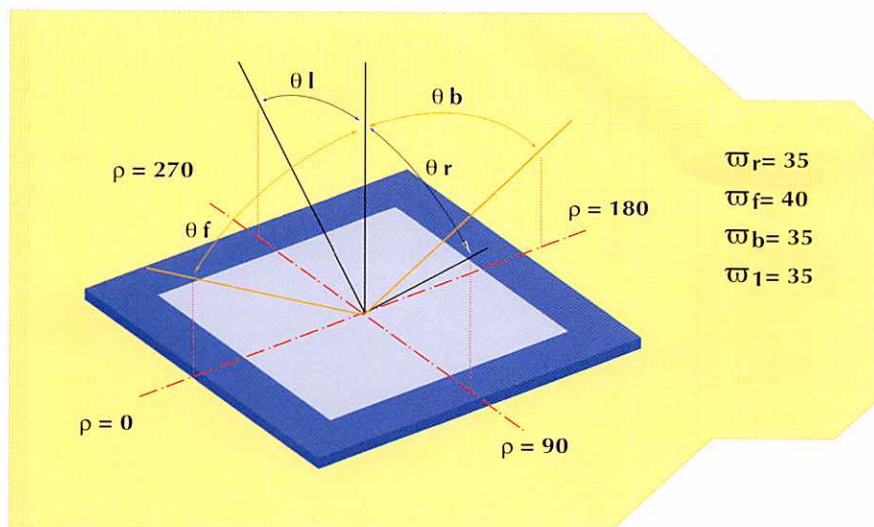
Descrizione dettagliata delle linee di controllo.

DÍGIT	1	2	3	4	5	6	7	8	Posizione sul display
1ª Linea	00	01	02	03	04	05	06	07	
2ª Linea	40	41	42	43	44	45	46	47	Indirizzo nella memoria DDRAM

Indirizzi della memoria DDRAM dei digit del display.

4-. Scrivere sul bus dei dati del modulo LCD.
5-. Linea E a 0 (disabilitato).

La lettura segue la stessa frequenza, tranne il passo 2, dove la linea R/W deve essere impostata a 1.

Schema a blocchi del display LCD AMPIRE.

Range dell'angolo visivo consentito dal display LCD.

Funzionamento

Quando si accende il modulo LCD si genera un reset e si resta in attesa di istruzioni. Normalmente queste istruzioni accendono il display e il cursore, e configurano il modo di scrittura da sinistra a destra.

I caratteri sono scritti nella memoria RAM dell'LCD, che si chiama DDRAM. Indipendentemente dal numero dei caratteri che ci sono sul display, la DDRAM è composta da 80 bit. I caratteri non visibili si possono visualizzare se ci spostiamo sul display. L'LCD dispone anche di 64 byte del generatore di caratteri CGRAM.

Sul display LCD non si può scrivere come se si trattasse di indirizzi di memoria, dato che il controller impiega da 40 a 120 µs per completare una lettura o una scrittura. Altre operazioni sono più lente e possono raggiungere 5 ms. Per evitare di far attendere il PIC, LCD ha un'istruzione di 1 µs che legge l'indirizzo del contatore e del flag di occupato. Quando il flag BF di occupato (busy) è a 1, LCD non può né leggere né scrivere.

Continueremo vedendo le caratteristiche del nostro modulo LCD con i processi di inizializzazione, scrittura e lettura, vedendo i comandi che si possono inviare, come si inviano e il loro indirizzamento. Lavoreremo anche con la libreria di subroutine "lcd_cxx.inc", in modo che quando faremo pratica con gli esercizi, questi risultino i più semplici possibili.